

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 02924

(54)

Procédé et appareil permettant d'extraire d'un signal numérique une information temporelle.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). H 04 L 300; H 03 C 1/00; H 03 D 1/00.

(22)

Date de dépôt..... 13 février 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne*, 13 février 1980, n° 80/04793.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 14-8-1981.

(71)

Déposant : Société dite : INTERNATIONAL COMPUTERS LIMITED, résidant en Grande-Bretagne.

(72)

Invention de : Gordon George Scarrott.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne les signaux d'information numériques et, plus précisément, les procédés et appareils permettant d'extraire d'un signal numérique une information temporelle.

Un signal numérique représente normalement une information numérique par la valeur du signal à des instants fixés. Pour interpréter le signal, il faut connaître ces instants. Dans de nombreux dispositifs, ils sont définis par un signal d'horloge distinct qui est utilisé par l'appareil qui crée le signal et par celui qui y répond. Mais, dans certains cas, par exemple lorsque le signal numérique a été soumis à un retard inconnu ou variable, la relation entre le signal et l'information temporelle initiale utilisée pour le produire se perd. De tels retards apparaissent lorsqu'un signal numérique est enregistré magnétiquement, puis lu, ainsi que dans les communications à longues distances, par exemple par satellite. Il est alors souhaitable de pouvoir extraire l'information temporelle à utiliser pour interpréter le signal à partir du signal lui-même. Les signaux qui permettent cette opération sont souvent décrits comme du type "à autocadencement".

La voie qui introduit le retard a souvent une largeur de bande limitée. Une limitation de la largeur de bande introduit une déformation, et il peut être difficile de retrouver l'information temporelle. Ainsi, un signal numérique qui consistait initialement en signaux élémentaires étroitement localisés est changé en un signal dans lequel les signaux élémentaires ont été aplatis et étalés. Si la largeur de chaque signal élémentaire s'étale trop loin, les signaux élémentaires associés à la séparation minimale se chevauchent et interfèrent entre eux.

L'enregistrement magnétique est une illustration du processus qui fait qu'il devient difficile de retrouver l'information temporelle. Le signal numérique initial consiste en un courant d'écriture dans lequel le signal élémentaire est une inversion du sens du courant. Il existe une séparation minimale entre inversions, mais une inversion n'est pas nécessairement suivie par une autre à la distance de séparation minimale. Chaque inversion s'enregistre sur le support magnétique comme une transposition

entre deux régions aimantées à saturation dans des sens opposés, et la transition, après lecture, produit une tension de lecture en forme de cloche. Alors, un procédé permettant d'extraire l'information temporelle consiste à détecter les pics du signal de lecture, dans l'hypothèse que chaque pic indique le pic de l'une des impulsions élémentaires en forme de cloche. Mais, si les impulsions interfèrent entre elles, chaque pic sera déplacé d'une quantité variable dépendant de ce que l'impulsion comporte ou non des voisines de l'un et l'autre côté à la distance de séparation minimale. Divers procédés complexes et non entièrement satisfaisants ont été proposés pour compenser ce déplacement du pic.

L'invention concerne un procédé permettant d'extraire l'information temporelle d'une forme d'onde initiale représentant une information numérique et constituée de signaux élémentaires, le procédé consistant à transformer la forme d'onde en une forme d'onde transformée comprenant la modulation d'une onde porteuse au moyen de la forme d'onde initiale, le passage de la forme d'onde modulée dans un filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles et la démodulation du signal de sortie du filtre, les particularités du filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles étant de nature à transformer un signal élémentaire isolé de la forme d'onde initiale en une forme d'onde transformée élémentaire qui possède au moins un passage par zéro et est sensiblement nulle à chaque instant pour lequel un passage par zéro de n'importe quelle autre forme d'onde transformée élémentaire peut survenir, et à délivrer des signaux temporels en réponse à la détection de passages par zéro de la forme d'onde transformée.

L'invention propose également un appareil permettant d'extraire une information temporelle d'une forme d'onde initiale représentant une information numérique et constituée de signaux élémentaires, l'appareil comprenant un moyen qui transforme la forme d'onde en une forme d'onde transformée, lequel moyen comprend, dans cet ordre, un modulateur, un filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles et un démodulateur, et un moyen qui détecte les passages par zéro de la forme d'onde transformée et qui délivre des signaux temporels en réponse à ceux-ci, les particularités du

filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles étant telles que cela a été décrit dans le paragraphe précédent.

La description suivante de deux appareils, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure
5 compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe du premier appareil;
- les figures 2a, 2b, 2c, 2d et 2e montrent diverses
10 formes d'onde associées au premier appareil;
- la figure 3 est un schéma de principe du deuxième appareil; et
- les figures 4a, 4b, 4c, 4d et 4e montrent diverses formes d'onde associées au deuxième appareil.

15 Le premier appareil est une modification du dispositif décrit en relation avec la demande de brevet britannique n° 8.027.373, et l'appareil présentement décrit s'en distingue par le fait que l'horloge 9 et l'organe de commande d'horloge 14 de ce dispositif ont été remplacés par l'appareil qui vient d'être décrit ci-dessous.

20 Comme le montre la figure 1, l'appareil, comme celui qui vient d'être cité, enregistre des données sur un support magnétique mobile 1. L'information est délivrée sous forme de courant d'écriture à une tête d'écriture 2. Le courant d'écriture (voir également figure 2a) commute entre une valeur positive et
25 une valeur négative à des instants choisis. Les instants auxquels il est possible au courant de s'inverser sont définis par les impulsions d'un signal d'horloge, comme cela est représenté sur la figure 2b. On suppose que l'information à enregistrer est codée par un codage du type "non retour à zéro", selon lequel chacun des
30 instants définis par une impulsion d'horloge pour lequel une inversion du sens du courant a lieu représente un signal "1", et que chacun des instants pour lequel il n'y a pas d'inversion représente un signal "0". La chaîne binaire représentée est donc celle apparaissant au-dessus de la forme d'onde de la figure 2a.

35 Lorsque le courant d'écriture est constant, il fait s'aimanter à saturation dans un sens le support magnétique, et chaque

inversion du sens du courant produit une mince région de transition entre régions aimantées en sens opposés.

5 A un instant arbitraire quelconque après l'enregistrement, l'information est lue par une tête de lecture 3 qui produit une forme d'onde de lecture 31, représentée par la ligne en trait continu de la figure 2c. Chacune des régions de transition de la région magnétique correspondant à une inversion du courant d'écriture induit un signal élémentaire dans la forme d'onde de lecture qui consiste (selon cet exemple) en une impulsion en forme de cloche, 10 telle que l'impulsion 32 en trait interrompu de la figure 2c, le pic de l'impulsion apparaissant en alignement avec la transition qui lui a donné naissance. La figure 2c montre également une impulsion 33 en trait mixte résultant de la transition précédente. Les pics de ces impulsions sont séparés les uns des autres du même 15 intervalle que les inversions du courant de lecture qui ont donné naissance aux impulsions, mais les impulsions sont étalées de telle sorte que les impulsions voisines dont les pics se trouvent à la distance de séparation minimale (comme les impulsions 32 et 33) interfèrent entre elles. La forme d'onde globale 31 est sensiblement 20 la somme des impulsions particulières, puisque le processus est linéaire, au moins en première approximation. Mais l'interférence entre impulsions particulières fait que les pics de la forme d'onde globale sont déplacés par rapport aux pics des impulsions particulières d'une manière qui dépend principalement de ce que l'impulsion 25 particulière correspondante possède ou non des voisines immédiatement adjacentes d'un côté et de l'autre. L'interférence aplatit également les pics, puisque, dans ce cas, les impulsions doivent alternativement changer de signe.

30 Comme dans la demande citée, pour surmonter les effets de l'interférence, on fait passer la forme d'onde de lecture dans un filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles 4 après l'avoir fait moduler par un modulateur 5 sur une onde porteuse venant d'un générateur 6 d'onde porteuse de manière à produire une forme d'onde modulée 34 apparaissant sur le côté droit de la 35 figure 2c. Dans un filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles, une onde acoustique est émise sur la surface d'un cristal

piézo-électrique par un transducteur constitué de deux peignes métalliques "interdigités", c'est-à-dire dont les dents s'entrecroisent, et est reçue par un autre transducteur semblable. Il s'agit là d'un dispositif tel qu'une forme d'onde d'entrée passe
5 dans une ligne de retard à prises et que la forme d'onde de sortie est la somme pondérée des signaux de sortie des prises. En choisissant les retards des prises et leur pondération, on peut obtenir n'importe quelle réponse de fréquence voulue à une précision voulue ne dépendant pas (au prix d'un retard) de la limitation à laquelle
10 les filtres classiques sont soumis, à savoir que la phase et l'amplitude du signal de sortie ne peuvent être ajustées indépendamment. Les techniques permettant de réaliser un filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles de façon qu'il présente une réponse voulue sont décrites par exemple dans "Surface acoustic
15 filters, design, construction, and use", Partie 3, de John Matthews, publié par John Wiley and Sons. Le principal moyen permettant d'ajuster la réponse est le réglage de l'écartement et du degré de chevauchement des dents des peignes du transducteur.

Le filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles 4 reçoit une réponse telle que la version modulée d'une impulsion élémentaire isolée de la forme d'onde de lecture (c'est-à-dire une impulsion ne faisant pas l'objet d'interférence avec les impulsions voisines) est transformée en une impulsion dont l'enveloppe est la forme 2 de Nyquist, comme le montre la forme
25 d'onde 35 représentée en trait interrompu sur la figure 2d, qui est la version transformée de l'impulsion élémentaire 32 en trait interrompu de la figure 2c.

Dans une telle impulsion, les valeurs de l'amplitude de l'impulsion en deux points, indiqués en t_1 et t_2 sur la figure
30 2d, sont égales et, de part et d'autre de la région centrale contenant ces deux points, l'impulsion oscille, la distance entre passages par zéro voisins et entre t_1 et t_2 et le passage par zéro le plus proche étant égale à la distance entre t_1 et t_2 . L'intervalle entre t_1 et t_2 sera appelé "période de l'impulsion" et, dans ce cas, elle
35 sera choisie égale à l'intervalle entre impulsions d'horloge voisines. La déduction d'une impulsion de la forme 2 de Nyquist est décrite de façon détaillée dans la demande de brevet citée.

Sur la figure 2d, l'impulsion élémentaire transformée est représentée, par commodité, comme étant alignée avec l'impulsion élémentaire dont elle dérive. Les points t_1 et t_2 sont donc représentés comme apparaissant à la moitié d'un intervalle d'horloge, avant et après l'inversion qui est la source de l'impulsion.

Puisque le filtre 4 est linéaire, l'enveloppe de son signal de sortie est la somme des enveloppes des impulsions élémentaires transformées distinctes, comme cela est représenté sur la figure 2d par la ligne en trait continu 36, l'onde porteuse modulée étant indiquée en 37 dans la partie droite de la figure. Le signal de sortie est démodulé par un démodulateur 7 de manière à produire une version transformée de la forme d'onde de lecture, égale à l'enveloppe 36 du signal de sortie du filtre 4.

La conséquence de l'ajustement des impulsions élémentaires sur la forme 2 de Nyquist est qu'on est assuré que l'amplitude de la forme d'onde de lecture transformée pour un instant tel que t_1 ne dépend que de deux impulsions possibles, celles (si elles existent) dont les pics se trouvent immédiatement de part et d'autre par rapport à cet instant. Si une seule semblable impulsion est présente, par exemple l'impulsion 35 en t_2 , l'amplitude est non nulle. Si toutes deux sont présentes, par exemple pour l'impulsion en t_1 , l'amplitude est nulle, puisque les impulsions sont de signes opposés, la deuxième impulsion étant une impulsion négative 38, représentée en trait mixte et correspondant à l'impulsion 33. L'amplitude n'est pas affectée par des impulsions plus éloignées, même si leur largeur totale s'étend au-delà de cet instant, puisqu'elles possèdent des passages par zéro à cet instant.

Ainsi, les effets de l'interférence sont éliminés (sauf entre impulsions immédiatement voisines, où elle prend une forme commandée et calculable) dans la mesure où la forme d'onde transformée peut être échantillonnée sur la base de l'intervalle d'horloge aux points t_1 , t_2 , etc. Toutefois, alors que les formes d'onde des figures 2a, 2b, 2c, 2d et 2e sont représentées comme étant alignées par commodité, la relation entre la forme d'onde transformée et les impulsions d'horloge initiales n'est pas connue. La relation temporelle ne peut facilement être déduite des pics de

la forme d'onde, puisque ceux-ci ont fait l'objet d'un déplacement variable qui dépend de l'existence ou de la non-existence de voisins immédiats. De plus, les passages par zéro de la forme d'onde ne surviennent pas aux instants voulus.

5 Selon l'invention, on fait passer la forme d'onde de lecture modulée 34 dans un deuxième filtre transversal pour ondes acoustiques superficielles 15 de manière à produire une forme d'onde modulée 38 dont l'enveloppe est représentée par une forme d'onde 39. La réponse du filtre 15 est de nature à transformer une impulsion
10 élémentaire isolée de la forme d'onde de lecture, comme l'impulsion 35, en une impulsion dont l'enveloppe a la forme d'une forme d'onde élémentaire 40 indiquée en trait interrompu sur la figure 2e. Cette impulsion est l'impulsion qui résulte de la même transition écrite que l'impulsion élémentaire 35 présentée en trait interrompu sur
15 la figure 2d. Elle reçoit deux passages par zéro primaires, en t_1 et t_2 , de part et d'autre du pic et, en outre, des passages par zéro qui en sont écartés de façon égale suivant l'intervalle d'horloge, la forme d'onde totale s'étendant sur un certain nombre de cycles d'horloge. Puisque toutes les autres impulsions élémentaires
20 de la forme d'onde de lecture apparaissent avec des points correspondants qui en sont écartés de multiples entiers de la période d'horloge, les passages temporels par zéro de toutes les impulsions transformées coïncident. Ainsi, même si l'amplitude de la forme d'onde temporelle totale résultante 39 (qui est encore la somme
25 des formes d'onde élémentaires transformées) dépend de la forme particulière des impulsions, les passages par zéro fournissent une information temporelle fiable.

 Deux aspects doivent être examinés avec attention. D'abord, l'intervalle dynamique de la forme d'onde temporelle totale
30 ne doit pas être trop grand. Ceci impose une limite au nombre de formes d'onde temporelles élémentaires qui peuvent être superposées, et, par conséquent, au nombre de périodes d'horloge couvert par une forme d'onde temporelle élémentaire. Il est également nécessaire d'assurer qu'au moins un signal temporel élémentaire
35 couvre chaque point pour lequel il doit y avoir passage par zéro. Ceci implique que (dans le codage considéré) des successions arbi-

trairement grandes de zéros ne soient pas autorisées. De manière commode, on obtient ceci au moyen du bit de parité impaire occasionnel, par exemple en quantifiant l'information en bytes de huit bits et en utilisant un neuvième bit pour la parité impaire.

5 En deuxième lieu, dans l'exemple considéré, les passages par zéro peuvent être orientés positivement ou orientés négativement. Une configuration complètement aléatoire de transitions enregistrées conduirait à autant de transitions positivement orientées que de transitions négativement orientées. Il est donc nécessaire d'ajuster
10 la configuration de l'information enregistrée de manière à assurer une prépondérance de passages par zéro dans un sens ou dans l'autre à chaque position.

 L'utilisation d'un bit de parité pour éviter de longues chaînes sans transitions est suffisante en soi pour améliorer la
15 situation, puisque chaque bit initial d'un byte est placé dans un état cohérent systématique, les transitions alternant et les passages par zéro se renforçant de telle manière que, même si toutes les combinaisons écrites se produisent avec une égale probabilité, il existe encore une prépondérance de transitions dont les positions
20 relatives créent une forme d'onde temporelle bien définie. Mais, on peut obtenir un surcroît de sécurité en tirant avantage du fait que, dans une configuration pratique quelconque, l'emploi des divers symboles est loin d'être uniforme. Par exemple, si on enregistre une information alphabétique (en langue anglaise), les
25 fréquences d'apparition de lettres, telles que E et d'autres voyelles, S et T sont considérablement plus élevées que la fréquence d'apparition de Z. On choisit donc les codes de façon que les symboles et bytes qui sont utilisés le plus fréquemment produisent une forme d'onde temporelle du même signe que celui qui est encouragé par
30 l'utilisation du bit de parité. Les symboles numériques 0 à 9 sont utilisés avec une probabilité approximativement uniforme, mais il n'y a que dix d'entre eux à être demandés sur un répertoire total de deux cent cinquante-six symboles disponibles. Le codage assure donc que tous les symboles numériques produisent des formes d'onde
35 temporelles du même signe.

Le signal de sortie du filtre 15 est démodulé par un démodulateur cohérent 16 qui extrait la forme d'onde 39, puis est envoyé à un détecteur de passage par zéro 17, qui produit un signal 41, représenté sous forme de flèche sur les figures 2d et 2e, à chaque fois qu'il y a un passage par zéro, c'est-à-dire un zéro, dans la forme d'onde temporelle. Le signal de sortie du détecteur de passage par zéro constitue l'information temporelle extraite de la forme d'onde de lecture initiale.

Après que le signal de sortie du filtre 4 a été démodulé, il est redressé par un redresseur 8 (le redressement et la démodulation pouvant d'ailleurs être effectués en combinaison). La valeur de sortie maximale de la forme d'onde redressée est maintenue sensiblement constante par une boucle de réaction qui commande un amplificateur 12 de forme d'onde de lecture à partir d'un circuit 13 de commande d'amplificateur. Le signal de sortie du redresseur 8 est également délivré à un circuit d'échantillonnage 10, lequel reçoit le signal temporel venant du détecteur de zéro 17 et effectue l'échantillonnage du signal de sortie redressé sous commande de chaque passage par zéro détecté de la forme d'onde temporelle. Ceci produit un signal numérique qui est transmis à un circuit bistable 11 modifiant son signal de sortie à chaque fois qu'il reçoit un "1", et le laissant sortir sans modification à chaque fois qu'il reçoit un "0". Ainsi que cela est expliqué dans la demande de brevet citée ci-dessus, ceci entraîne que les chiffres enregistrés initiaux sont alors retrouvés.

Le processus complet est très simple et sa précision temporelle s'exprime essentiellement dans le filtre de forme d'onde temporelle. Celui-ci offre une densité d'information très élevée, puisque les transitions enregistrées peuvent être comprimées mutuellement jusqu'au point où des interférences considérables ont lieu et être néanmoins encore retrouvées. Toute l'information temporelle voulue est obtenue directement à partir de la forme d'onde à analyser.

On peut fabriquer les deux filtres transversaux à ondes acoustiques superficielles sur un monocristal utilisant un transducteur d'entrée commun, de manière à tirer avantage du fait que le transducteur crée inévitablement des signaux se déplaçant dans les deux sens.

Naturellement, les signaux temporels obtenus de la manière indiquée ci-dessus peuvent être utilisés pour analyser une forme d'onde qui n'a pas été transformée en type 2 de Nyquist. Il n'est pas nécessaire que la forme d'onde à analyser soit même transformée par un filtre acoustique à ondes superficielles correspondant au filtre 4. Dans des circonstances appropriées, on peut utiliser les signaux temporels pour synchroniser un oscillateur distinct, bien que ceci introduise la possibilité d'erreurs et fasse perdre l'avantage selon lequel toute l'information temporelle voulue est obtenue à partir de la forme d'onde entrante.

Il est possible d'utiliser un oscillateur distinct ou auxiliaire dans des circonstances telles qu'il existe des inversions de phase dans la forme d'onde totale transformée qui sont produites par des changements du sens dominant de passage par zéro des formes d'onde élémentaires transformées superposées. Dans ce cas, l'amplitude de la forme d'onde totale transformée sera petite au voisinage de chaque déphasage et la détection des passages par zéro pourra être moins fiable. On peut alors utiliser l'oscillateur auxiliaire comme source d'information temporelle lorsque les pics de la forme d'onde transformée se trouvent en dessous d'un certain seuil, et on peut utiliser les passages par zéro comme source d'information temporelle, et également resynchroniser l'oscillateur auxiliaire, lorsque les pics se trouvent au-dessus du seuil.

On peut utiliser des filtres temporels multiples pour donner des signaux d'horloge entrelacés. Les données initiales peuvent représenter des données d'autres manières, par exemple par des codes d'impulsions unipolaires ou bipolaires.

Le deuxième appareil est également un appareil d'enregistrement magnétique. On suppose que, pendant l'enregistrement, les transitions sont écrites sur le support d'enregistrement de manière aussi serrée que possible et qu'il est souhaité augmenter la densité avec laquelle l'information est enregistrée au-delà de ce qui a été obtenu par l'enregistrement de chaque chiffre initial par une transition ou l'absence d'une transition.

On commence par diviser l'information à enregistrer en blocs, et on code chaque bloc entrant de n chiffres initiaux en

m chiffres, où m est plus grand que n. On choisit le codage de manière à satisfaire la condition selon laquelle il n'y a pas deux chiffres consécutifs du courant de données codées qui soient chacun représentés, une fois enregistrés, par une transition. Un tel codage sera appelé ci-après "codage sans plusieurs "1" consécutifs",

5 puisque l'utilisation du procédé d'enregistrement de chiffres par "non retour à zéro" expliqué en relation avec la premier appareil est équivalent à la condition selon laquelle il n'y a pas plusieurs "1" consécutifs dans le courant de chiffres codés à enregistrer.

10 Si des "1" peuvent être séparés par un seul "0", alors les transitions écrites sur le support magnétique ne seront jamais plus rapprochées que deux périodes de chiffres; ainsi, pour une séparation minimale donnée entre transitions, l'écartement entre chiffres peut être réduit de moitié par comparaison au cas où les

15 données initiales codées contenant des "1" consécutifs sont enregistrées directement. Par conséquent, il y aura accroissement de la densité d'enregistrement dans la mesure où m sera inférieur à 2n.

Deux exemples appropriés peuvent être donnés pour les paramètres $n = 3$, $m = 5$ et $n = 5$, $m = 8$. Dans le premier cas,

20 un bloc codé de cinq chiffres permet sept combinaisons qui ne comportent pas de "1" consécutifs (y compris entre un bloc et le suivant). Puisque huit combinaisons assurent le codage de toutes les combinaisons possibles de trois chiffres initiaux, n peut être égal à 3 pour m égal à 5. Ainsi, puisque l'écartement entre chiffres

25 des données codées est réduit de moitié à l'enregistrement, trois chiffres initiaux sont enregistrés dans la place nécessitée par deux et demi chiffres initiaux en enregistrement direct, ce qui augmente la densité d'enregistrement d'un facteur égal à 1,2.

Le deuxième cas constitue toutefois le cas préféré.

30 Huit chiffres codés fournissent trente-quatre combinaisons possibles, parmi lesquelles trente-deux sont suffisantes pour coder un bloc de cinq chiffres initiaux. Ainsi, étant donné la réduction de moitié de l'écartement entre chiffres à l'enregistrement, cinq chiffres initiaux sont enregistrés dans la place nécessitée par quatre

35 chiffres initiaux en enregistrement direct, ce qui augmente la densité d'enregistrement d'un facteur égal à 1,25.

De plus, l'une des deux combinaisons dont on se passera peut être choisie de manière à correspondre au cas entièrement constitué de zéros. Ceci assure l'existence d'au moins un "1" dans n'importe quel bloc codé, de sorte que les données codées pourront être à auto-cadencement. La détermination des trente-deux combinaisons choisies de chiffres codés parmi les combinaisons possibles de chiffres initiaux peut être effectuée de n'importe quelle manière voulue.

D'autres possibilités, qui comportent au moins un "0" entre "1" voisins et qui présentent des écartements entre chiffres réduits de moitié, sont les cas $n = 6, m = 10$ et $n = 8, m = 13$. D'autres codages analogues peuvent être trouvés dans lesquels les "1" codés sont séparés au minimum par plus d'un "0". Dans ce cas, l'écartement entre chiffres des données enregistrées peut être réduit, de façon correspondante, d'une quantité plus importante.

Comme on peut le voir sur la figure 3, le deuxième appareil est analogue au premier, les parties identiques étant désignées par des numéros de référence correspondants. Mais les chiffres initiaux sont d'abord codés de la manière qui vient d'être expliquée au moyen d'une table de recherche d'une mémoire fixe 18, dont le signal de sortie est appliqué, à raison d'un chiffre à la fois, à la tête d'écriture 2, ainsi que cela apparaît sur la figure 4a. Le schéma de codage "sans plusieurs "1" consécutifs" des données initiales est présenté au-dessus de la forme d'onde. La forme d'onde de lecture 50, qui est représentée par la ligne en trait continu de la figure 4b, est constituée d'impulsions élémentaires résultant de transitions distinctes, ainsi que cela est expliqué en relation avec le premier appareil. Une semblable impulsion, l'impulsion 51 dérivant de la transition située au-dessus de son pic, est représentée en trait interrompu, tandis que d'autres impulsions analogues sont représentées en trait mixte. Il existe deux filtres transversaux à ondes acoustiques superficielles 19 et 20, dont le premier est conçu pour produire une réponse qui transforme une impulsion élémentaire de la forme d'onde de lecture, dérivant d'une transition isolée, en une impulsion dont la forme est le produit d'une courbe 1 de Nyquist par une courbe 2 de Nyquist,

toutes deux ayant une période égale au double de l'écartement entre chiffres. La courbe 1 de Nyquist, ainsi que cela est expliqué dans la demande de brevet citée, possède un pic, ou maximum, et oscille de part et d'autre de celui-ci, les passages par zéro étant écartés de façon égale par rapport au pic et l'un de l'autre de la période de la courbe. L'impulsion élémentaire transformée, qui est représentée par la courbe en trait interrompu 52 de la figure 4c au-dessous de l'impulsion non transformée 51 de la figure 4b qui lui donne naissance, possède un pic qui est représenté en alignement avec le pic de l'impulsion source 51, puis, de part et d'autre, des zéros (passages par zéro) séparés l'un de l'autre d'un intervalle de période de chiffres, à partir de deux périodes de chiffres du pic 53. La forme d'onde transformée totale 53 constituée de la superposition des impulsions élémentaires transformées est représentée en trait continu sur la figure 4c.

Le deuxième filtre transversal à ondes acoustiques superficielles, désigné par la référence 20, est conçu pour avoir une réponse qui transforme une impulsion élémentaire de la forme d'onde de lecture, dérivant d'une transition isolée, en une forme d'onde temporelle élémentaire qui est le produit d'une courbe 2 de Nyquist dont la période est deux fois la période des chiffres et d'une onde sinusoïdale (représentée en trait interrompu sur la figure 4e) dont le zéro se trouve à l'instant du pic de la courbe 2 de Nyquist et dont la période est de quatre fois la période des chiffres. La forme d'onde temporelle élémentaire 54 dérivant de l'impulsion de lecture élémentaire 51 en trait interrompu de la figure 4b est représentée en trait interrompu sur la figure 4d. On voit qu'elle comporte un passage par zéro principal à un instant t_3 , apparaissant en alignement avec la transition initiale, et est antisymétrique avec d'autres passages par zéro à des intervalles de période de chiffres à partir de deux périodes de chiffres du passage par zéro principal.

Les deux filtres transversaux à ondes acoustiques superficielles 19 et 20 peuvent, comme dans le premier appareil, être combinés de manière à comporter un transducteur d'entrée commun.

La modulation par onde porteuse, la démodulation et le redressement de la forme d'onde transformée 53 ont lieu de la manière décrite pour le premier appareil. De la même façon, les ondes porteuses modulées sont représentées à la droite des figures.

5 La forme d'onde temporelle totale 55, qui est représentée en trait continu sur la figure 4d, est transmise au détecteur de zéro 17, qui produit un signal 56 à chaque fois qu'il y a un passage par zéro dans la forme d'onde temporelle. Les signaux résultants sont de même utilisés pour déterminer les instants auxquels
10 la forme d'onde transformée venant du filtre 19, via le redresseur 8, est échantillonnée par le circuit d'échantillonnage 10.

Chaque impulsion élémentaire transformée, telle l'impulsion 52 de la figure 4c, est non nulle à son pic, et nulle à chaque pic de toute autre impulsion possible, étant donné le schéma de
15 codage "sans plusieurs "1" consécutifs". Ainsi, la forme d'onde totale 53 est toujours non nulle lorsqu'un pic résultant d'une transition est attendu. Ce point sera toujours échantillonné, puisque le passage par zéro principal de la forme d'onde temporelle élémentaire correspondante se produit alors, et n'importe quelle
20 forme d'onde temporelle en chevauchement est également nulle (étant donné le schéma de codage). Mais les valeurs non nulles qui sont possibles à une période de chiffres d'écart par rapport à chaque pic et les zéros parasites de la forme d'onde échantillonnée qui proviennent de la superposition d'impulsions de lecture élémentaires
25 de signes opposés venant de transitions séparées de deux périodes de chiffres ou d'autres combinaisons sont ignorés. Le circuit d'échantillonnage 10 délivre donc en sortie tous les "1" des données codées. Il délivre également quelques "0" (voir par exemple le chiffre le plus à droite des figures 4a, 4b, 4c, 4d et 4e).

30 Pour fournir les autres "0", un oscillateur local 21 est synchronisé en phase par le signal de sortie du détecteur de zéro (son signal de sortie est la courbe 57 en trait continu de la figure 4e) de manière à permettre que les blocs de données codées soient comptés correctement. Enfin, les données codées sont décodées
35 au moyen d'une table de recherche d'une mémoire fixe 22, dont le signal de sortie constitue les données initiales.

On comprendra que les éléments constitutants de l'appareil décrit ci-dessus permettant de traiter les signaux fournis aux, et obtenus des, filtres transversaux à ondes acoustiques superficielles sont tous des éléments normalisés ou peuvent être
5 aisément construits sur la base de circuits électroniques classiques pour effectuer la fonction décrite. Ils ne seront donc pas décrits plus en détail.

Une fréquence porteuse appropriée à la modulation sera de dix fois le débit de bits, à savoir de 50 à 100 MHz pour un débit
10 de 5 à 10 millions de bits par seconde.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé et des appareils dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses autres variantes et modifications ne sortant pas du cadre
15 de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé permettant d'extraire une information temporelle d'une forme d'onde initiale représentant une information numérique et constituée de signaux élémentaires, caractérisé en ce qu'il
5 consiste à transformer la forme d'onde initiale en une forme d'onde transformée au moyen d'une opération comprenant la modulation d'une onde porteuse à l'aide de la forme d'onde initiale, le passage de la forme d'onde modulée dans un filtre transversal à ondes acoustiques superficielles et la démodulation du signal de
10 sortie du filtre, les particularités du filtre transversal à ondes acoustiques superficielles étant de nature à transformer un signal élémentaire isolé de la forme d'onde initiale en une forme d'onde transformée élémentaire qui comporte au moins un passage par zéro et est sensiblement nulle à chaque instant où un passage par zéro
15 de toute autre forme d'onde transformée élémentaire peut se produire, et à délivrer des signaux temporels en réponse à la détection de passages par zéro dans la forme d'onde transformée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans chaque forme d'onde transformée élémentaire, il y a
20 plusieurs passages par zéro qui sont séparés les uns des autres de façon égale par un intervalle prédéterminé, et en ce que la configuration des signaux élémentaires de la forme d'onde initiale est telle que des points correspondants de signaux différents se produisent à certains instant ou à tous les instants d'une succes-
25 sion d'instantés séparés les uns des autres de façon égale dudit intervalle.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque forme d'onde transformée élémentaire se prolonge pendant une durée au moins égale au plus grand intervalle possible entre
30 points correspondants sur des signaux élémentaires voisins de la forme d'onde initiale.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque forme d'onde transformée élémentaire est généralement antisymétrique et possède un passage par zéro principal central

et, de chaque côté, une succession de passages par zéro supplémentaires qui sont séparés les uns des autres de façon égale par un intervalle prédéterminé, les passages par zéro supplémentaires qui sont, de chaque côté, le plus près du passage par zéro principal

5 étant séparés de celui-ci par un multiple entier, supérieur à un, de cet intervalle, et en ce que la configuration des signaux élémentaires de la forme d'onde initiale est telle que des points correspondants des divers signaux élémentaires n'apparaissent qu'à certains seulement d'une succession d'instantes séparés les uns des

10 autres de façon égale par ledit intervalle, la plus petite séparation possible entre signaux élémentaires voisins étant telle que des points correspondants sur des signaux élémentaires voisins sont séparés dudit multiple entier dudit intervalle.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

15 caractérisé en ce que la forme d'onde initiale est également transformée en une deuxième forme d'onde transformée par une opération comprenant la modulation d'une onde porteuse par la forme d'onde initiale, le passage de la forme d'onde modulée dans un deuxième filtre transversal à ondes acoustiques superficielles et la démo-

20 dulation du signal de sortie du filtre, en ce que l'amplitude de la deuxième forme d'onde transformée est échantillonnée en réponse à la détection de passages par zéro dans la première forme d'onde transformée, et en ce que les particularités du deuxième filtre transversal à ondes acoustiques sont de nature à transformer un signal

25 élémentaire isolé de la forme d'onde initiale en une deuxième forme d'onde transformée élémentaire, laquelle deuxième forme d'onde transformée élémentaire possède une amplitude non nulle en un, ou plusieurs, des instants, auxquels elle est échantillonnée en réponse à la détection d'un passage par zéro de la première forme d'onde

30 transformée, et possède une amplitude sensiblement nulle à tout autre instant auquel elle est ainsi échantillonnée.

6. Appareil permettant d'extraire une information temporelle d'une forme d'onde originale représentant une information numérique et constituée de signaux élémentaires, caractérisé en ce qu'il

35 comporte un moyen qui transforme la forme d'onde initiale (31;50) en une forme d'onde transformée (39;55), lequel moyen comprend,

- dans cet ordre, un modulateur (5), un filtre transversal à ondes acoustiques superficielles (15;20) et un démodulateur (16), et un moyen (17) qui détecte les passages par zéro de la forme d'onde transformée et délivre, en réponse, des signaux temporels (41;56),
- 5 les particularités du filtre transversal à ondes acoustiques superficielles (15;20) étant telles qu'indiquées dans l'une quelconque des revendications 1 à 4.
7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen permettant de transformer la forme d'onde
- 10 initiale (31;50) en une deuxième forme d'onde transformée (36;53), lequel moyen comprend, dans cet ordre, un modulateur (15), un deuxième filtre transversal à ondes acoustiques (4;19) et un démodulateur (7), et un moyen d'échantillonnage (10) qui échantillonne l'amplitude de la deuxième forme d'onde transformée (36;53) en
- 15 réponse auxdits signaux temporels (41;56), les particularités du deuxième filtre transversal à ondes acoustiques (4;19) étant telles qu'indiquées dans la revendication 5.
8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que le moyen qui transforme la forme d'onde initiale (31;50) en
- 20 la forme d'onde transformée (39;55) mentionnée en premier et le moyen qui transforme la forme d'onde initiale (31;50) en la deuxième forme d'onde transformée (36;53) ont en commun un modulateur et un transducteur d'entrée en ce qui concerne leurs filtres transversaux à ondes acoustiques superficielles respectifs (15,20;19).

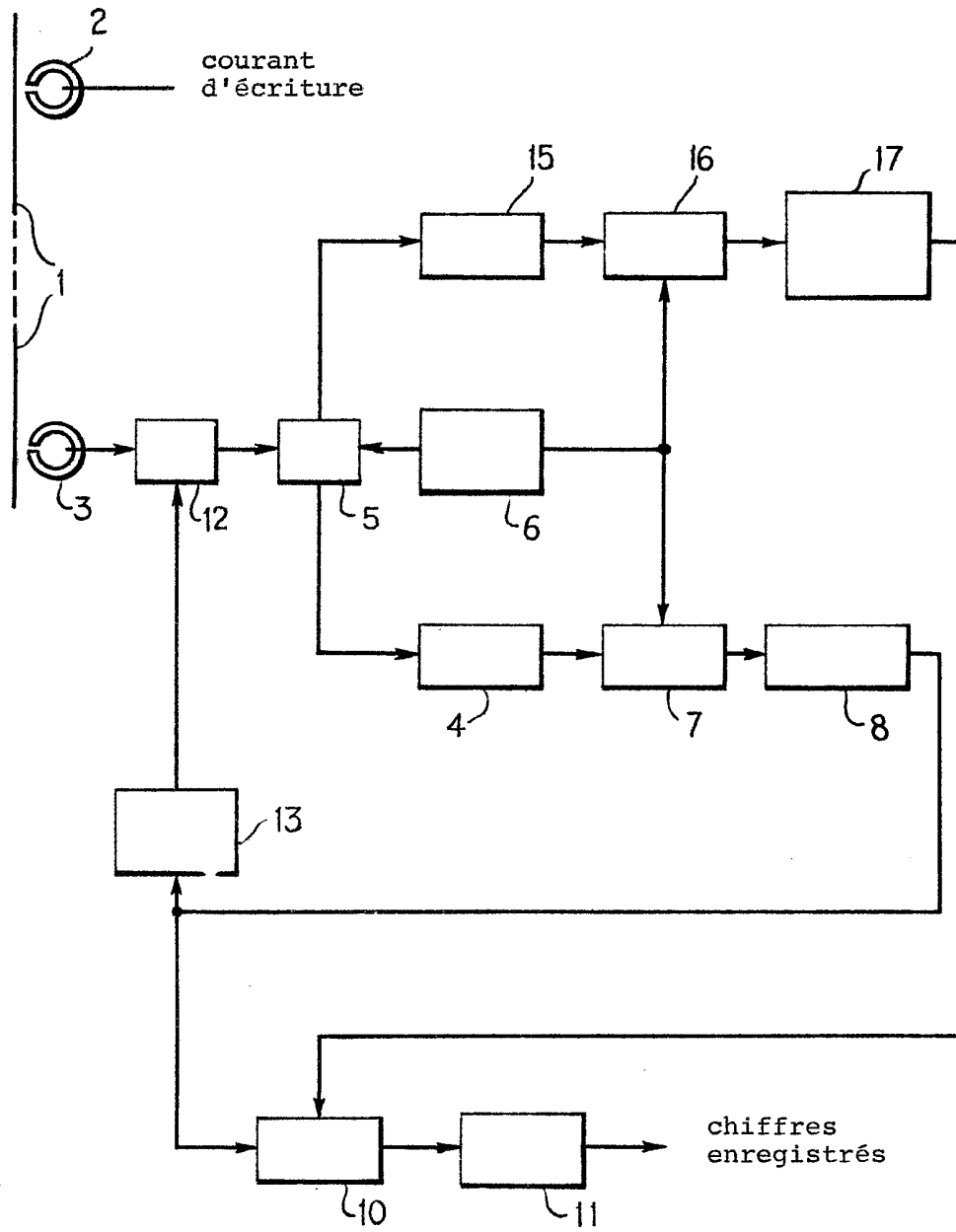
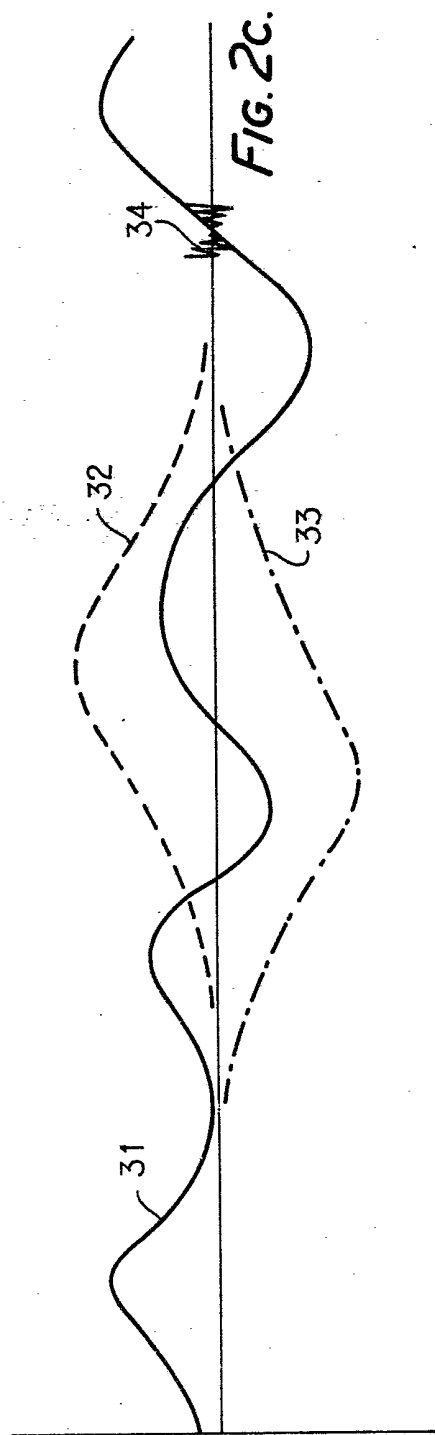
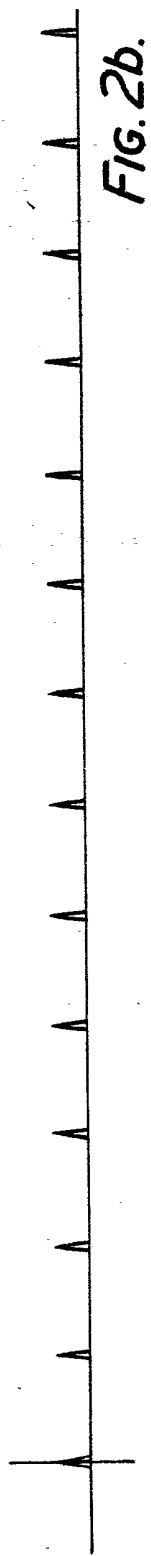
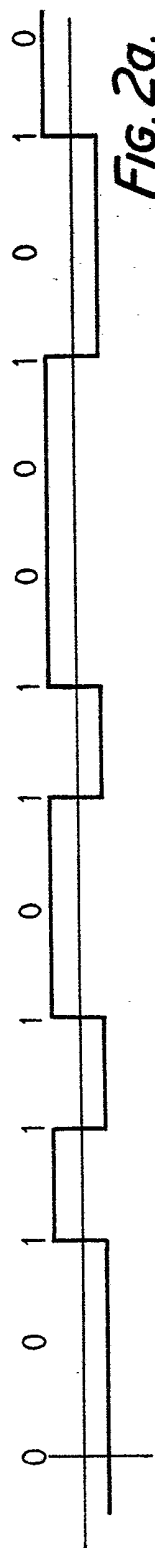
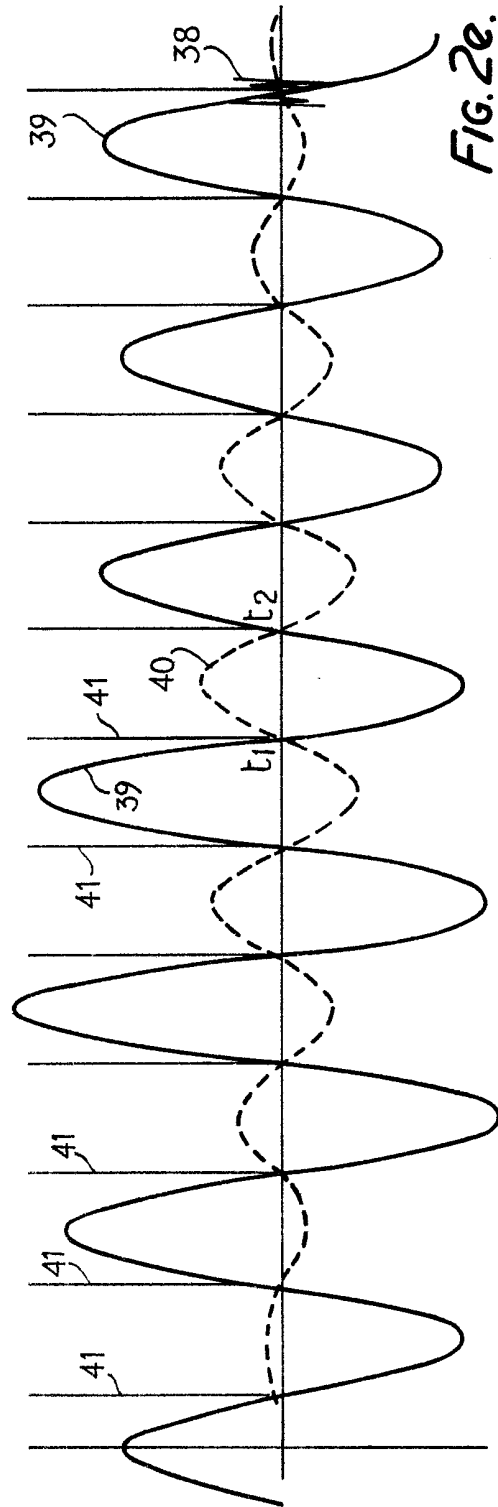
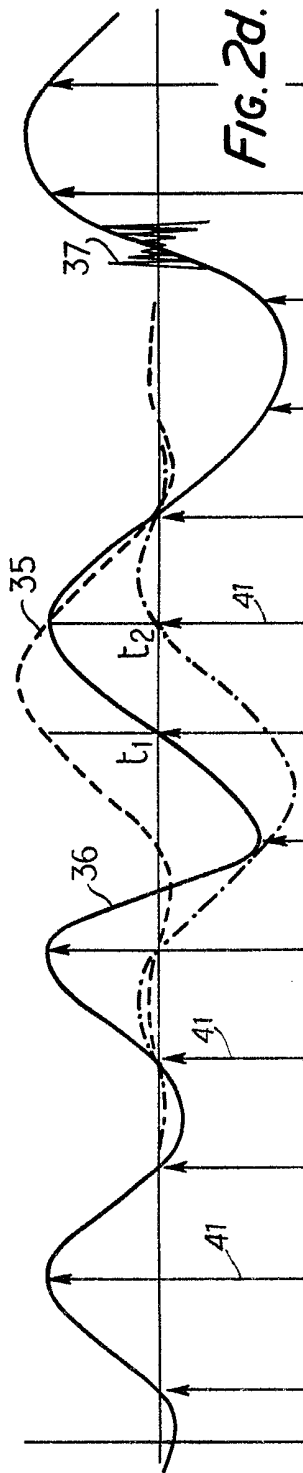
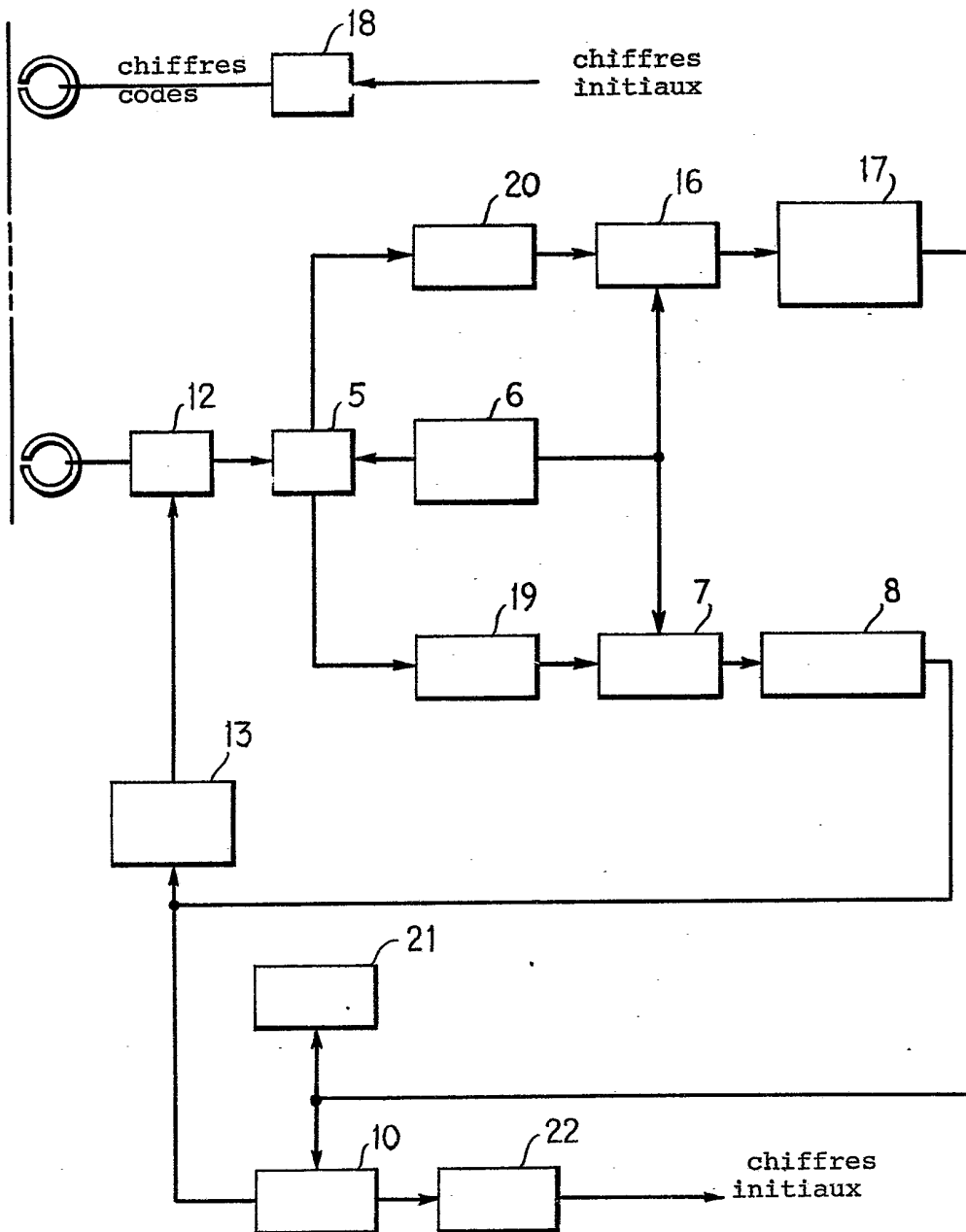


FIG. 1





*FIG. 3*

